

Inventor: Brent Felix FURY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-333023

(P2001-333023A)

(43) 公開日 平成13年11月30日 (2001. 11. 30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 4 B 11/00

H 0 4 B 11/00

C

B 6 1 K 9/08

B 6 1 K 9/08

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-146943 (P2000-146943)

(22) 出願日 平成12年 5 月 18 日 (2000. 5. 18)

(71) 出願人 000004651

日本信号株式会社

東京都豊島区東池袋三丁目 1 番 1 号

(72) 発明者 森貞 晃

埼玉県浦和市上木崎 1 丁目 13 番 8 号 日本
信号株式会社与野事業所内

(72) 発明者 白井 稔人

埼玉県浦和市上木崎 1 丁目 13 番 8 号 日本
信号株式会社与野事業所内

(72) 発明者 坂井 正善

埼玉県浦和市上木崎 1 丁目 13 番 8 号 日本
信号株式会社与野事業所内

(74) 代理人 100078330

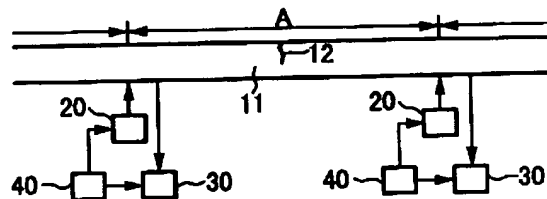
弁理士 笹島 富二雄

(54) 【発明の名称】 移動体走行路を利用した弾性波伝送装置

(57) 【要約】

【課題】 走行路中の弾性波の減衰を小さくして弾性波の伝送距離を長くし、走行路の破断検査等に使用する場合の超音波送受信装置の数を低減する。

【解決手段】 レール 1 1 に定めた破断検査区間 A の一端に、超音波送信装置 2 0 と超音波受信装置 3 0 を設け、超音波送信装置 2 0 からレール 1 1 に超音波を放射した時に、破断 1 2 の破断面による反射波が超音波受信装置 3 0 で受信されることでレール 1 1 の破断を検出する際に、超音波送信装置 3 0 から放射する超音波の周波数を、レール 1 1 の共振周波数とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】移動体の走行路に弾性波を放射する弾性波送信手段と、該弾性波送信手段から放射された弾性波を前記走行路を介して受信する弾性波受信手段とを備え、前記走行路を伝送媒体として弾性波を伝送する構成の移動体走行路を利用した弾性波伝送装置において、前記弾性波送信手段から走行路に放射する弾性波の周波数を、前記走行路の共振周波数とすることを特徴とする移動体走行路を利用した弾性波伝送装置。

【請求項2】前記弾性波送信手段から前記走行路に対する弾性波の放射方向を斜め方向とする請求項1に記載の移動体走行路を利用した弾性波伝送装置。

【請求項3】前記弾性波受信手段で受信した弾性波受信状態に基づいて前記移動体の制御システムの関連要素の制御／監視に必要な情報を生成する情報生成手段を設けた請求項1又は2に記載の移動体走行路を利用した弾性波伝送装置。

【請求項4】前記情報生成手段が、前記弾性波受信手段で受信した弾性波受信状態に基づいて前記走行路の破断の有無を判定して破断の有無情報を発生する判定手段である請求項1～3のいずれか1つに記載の移動体走行路を利用した弾性波伝送装置。

【請求項5】前記走行路が、列車のレールである請求項1～4のいずれか1つに記載の移動体走行路を利用した弾性波伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体の走行路を利用して弾性波を伝送する弾性波伝送装置に関し、特に、弾性波の伝送距離を長くする技術に関する。

【0002】

【従来技術】従来、例えば、列車のレールを弾性波の伝送媒体とし、レールに弾性波を放射して伝送してその弾性波の受信情報に基づいて、踏切制御、列車検出、レール破断検出等の列車制御に関連する要素の制御／監視に必要な情報を生成する技術が、国際公開WO98/7610号等で提案されている。

【0003】かかる技術を例えばレール破断検出を例として説明すると、例えば、レールの破断検査区間に超音波送信装置により弾性波としての超音波をレールに放射し、レールに放射された超音波を超音波受信装置で受信し、その受信レベルや受信時期等に基づいてレールの破断の有無を検出するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、レールに弾性波を伝搬させた場合、弾性波はレール中で減衰を生じる。このため、例えばレール破断検出等に適用する場合、レール中での減衰量が大きいと、レール破断検出が可能なレベルを維持して伝送できる弾性波の有効伝送距離（以下、有効伝送距離とする）が短く、1組の超音

波送受信器によって破断を監視できるレール長さが短い。従って、前述の弾性波の有効伝送距離に比べてレール破断の監視区間が極めて長い場合、例えば新幹線等の幹線に使用される1本のレール長さが長いロングレール等の破断監視では、レール破断検出のための超音波送受信器の組を多数設けなければならない。

【0005】本発明は上記の事情に鑑みなされたもので、走行路中の弾性波の減衰を小さくして、弾性波の有効伝送距離を長くするようにした移動体走行路を利用した弾性波伝送装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1記載の発明では、移動体の走行路に弾性波を放射する弾性波送信手段と、該弾性波送信手段から放射された弾性波を前記走行路を介して受信する弾性波受信手段とを備え、前記走行路を伝送媒体として弾性波を伝送する構成の移動体走行路を利用した弾性波伝送装置において、前記弾性波送信手段から走行路に放射する弾性波の周波数を、前記走行路の共振周波数とすることを特徴とする。

【0007】かかる構成では、走行路に放射する弾性波の周波数を、走行路の共振周波数とすることで、走行路中を伝搬する弾性波の減衰量が小さくなり、弾性波の有効伝送距離を長くできるようになる。

【0008】請求項2のように、前記弾性波送信手段から前記走行路に対する弾性波の放射方向を斜め方向とすれば、減衰を少なくして弾性波を伝搬できるようになる。請求項3の発明では、前記弾性波受信手段で受信した弾性波受信状態に基づいて前記移動体の制御システムの関連要素の制御／監視に必要な情報を生成する情報生成手段を設ける構成とした。具体的には、請求項4のように、情報生成手段として、前記弾性波受信手段で受信した弾性波受信状態に基づいて前記走行路の破断の有無を判定して破断の有無情報を発生する判定手段を設けた。

【0009】かかる構成では、走行路に破断が存在すれば、弾性波の伝搬状態が変化するので、この受信状態の変化（弾性波の減衰による受信信号レベル低下や破断面における弾性波の反射波の存在等）に基づいて判定手段により走行路の破断を検出できるようになる。

【0010】請求項5の発明では、前記走行路を列車のレールとすれば、鉄道交通システムに適用できるようになる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の弾性波伝送装置の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の弾性波伝送装置を列車のレール破断検出に適用した場合の一実施形態を示す。

【0012】図1において、移動体としての列車の走行路であるレール11は、新幹線等の幹線に使用される1本のレール長さが長いロングレールである。このレール

11を複数の区間に区切り、各区間を破断の検査区間Aとする。各検査区間Aの一方の端部に、弾性波送信手段としての超音波送信装置20と弾性波受信手段としての超音波受信装置30を設置する。また、超音波送信装置20と超音波受信装置30の同期をとるためのタイミング信号を発生するタイミング信号発生回路40を備える。

【0013】前記超音波送信装置20及び超音波受信装置30の構成を図2に示す。図2において、超音波送信装置20は、超音波信号発生回路21及び送波器22を備えて構成される。超音波信号発生回路21は、タイミング信号発生回路40からのタイミング信号の入力に同期して予め設定した周波数、即ち伝送媒体であるレール11の共振周波数の超音波を発生する。送波器22は、レール11に当接して超音波信号発生回路21からの超音波信号により弾性波としての超音波をレール11に放射する。この場合、前記送波器22を、図3に示すように、レール11踏面の下の窪み部11aに、超音波の伝搬が良好な（超音波の減衰が少ない）材質からなる水平断面が三角形のスペーサ51を介して前記窪み部11aに対して斜めに取付け、送波器22から放射する超音波のレール11に対する放射方向を図中の矢印のように斜め方向とし、走行路を伝搬する超音波の波動を横波成分と縦波成分を有するラム波（Lamb Wave）とする。

【0014】超音波受信装置30は、受波器31、増幅器32、受信ゲート回路34及び判定手段としての信号処理回路33を含んで構成される。受波器31は、レール11に当接してレール11を伝搬する超音波を受信する。受信ゲート回路34は、タイミング信号発生回路40からのタイミング信号に同期してゲートを開き、増幅器32の増幅信号の信号処理回路33への入力を制御し、送信時以外のノイズの影響等を防止している。信号処理回路33は、受信ゲート回路34を介して入力する増幅器32からの信号の受信状態に基づいて、レール11の破断の有無を判定して破断の有無情報を外部に発生する。ここで、前記信号処理回路33が移動体の制御システムに関連要素の制御／監視に必要な情報を生成する情報生成手段に相当する。本実施形態では、信号処理回路33を超音波受信装置30内に設ける構成としたが、超音波受信装置30とは別に外部に設けてもよい。

【0015】尚、図示しないがレール11のそれぞれの検査区間Aに設けられた各タイミング信号発生回路40は、各検査区間Aにおける破断検査の時期が互いに重複しないように、タイミング信号の発生タイミングが制御される。

【0016】次に動作を説明する。タイミング信号発生回路40からのタイミング信号の入力で超音波信号発生回路21からレール11の共振周波数の超音波信号が発生し、送波器22からレール11に対して斜め方向から超音波が放射されてラム波としてレール11を伝搬す

る。レール11を伝搬する超音波は受波器31に直接入力する。レール11に破断が存在しない場合は、受波器31の受信信号は直接入力した超音波による受信信号だけである。レール11に破断12が存在する場合は、受波器31の受信信号は、直接入力した超音波による受信信号と破断12の破断面で反射した超音波による受信信号となる。

【0017】超音波送信装置20から超音波受信装置30までの距離を予め設定しておけば、超音波が発生してから受波器31で直接受信される受信信号の受信時間は予め知ることができる。この時間データを信号処理回路33に予め記憶させておけば、超音波受信装置30で信号が受信された時にその受信信号の伝搬時間を計測して記憶データと比較することで、受信した信号が直接入力による受信信号か破断12による受信信号かを判別でき、検査区間A内の破断12の有無を知ることができる。

【0018】尚、超音波送信装置20から、検査区間Aの他端（隣接検査区間との境界）までの距離を予め設定しておくことで、超音波が発生してから検査区間Aの他端で反射したと仮定した時の反射波が受波器31で受信されるまでの時間は予め知ることができる。この時間だけ受信ゲート回路34を開くよう受信ゲート回路34のゲート開時間を設定することで、隣接検査区間内の破断からの反射波受信を排除できる。

【0019】また、本実施形態によれば、超音波信号が発生してから破断12による受信信号が受信されるまでの計測時間から破断12の位置も知ることができる利点がある。更に、超音波受信装置30が直接受信した受信信号と破断12による受信信号との時間間隔を計測すれば、超音波送信装置20と超音波受信装置30との間隔が分からない場合でも破断12の位置を知ることが可能である。

【0020】以下に、レール11に放射する超音波の周波数を、レール11の共振周波数とした場合の有効性について説明する。図4に、レールの共振周波数（30kHz）付近での周波数と受信量との関係を示す。

【0021】図4は、枕木に固定した実際のレールを使用し所定間隔（680m）を設けて超音波送信装置と超音波受信装置を配置し、レールに放射する超音波の周波数 f として29kHz、30kHz、31kHzを使用し、各周波数における受信量の変化を測定した。図4の横軸は周波数 f 、縦軸は受信量の最大値を1とした時の相対値を示している。

【0022】図4の測定結果から明らかなように、レールの共振周波数である30kHzの場合が他の周波数に比べて最も受信量が大い、即ち、減衰が小さいことが判る。

【0023】図5に、レールの共振周波数（30kHz）を含む複数の周波数に関して伝送距離と受信量との

関係を示す。図5は、枕木に固定した状態のレールを使用しレールの継目から180mの位置に超音波送信装置を設け、各周波数(1kHz、10kHz、20kHz、30kHz)に関して、前記継目とは反対方向に100m間隔で700mまで超音波送信装置から超音波受信装置までの距離dを変化させた時の受信量を測定した。図5の横軸は距離d、縦軸は距離d=100mでの受信レベルを1とした時の相対値を示している。

【0024】図5の測定結果から明らかなように、レールの共振周波数である30kHzの時に最も距離に対する受信量の低下が少なく減衰が小さいことが判る。以上のように本実施形態において、レール11に放射する超音波の周波数をレール11の共振周波数とすることで、レール11を伝搬する超音波の減衰を少なくでき、破断検出が可能な受信レベルを維持できる有効伝送距離を長くすることができる。これにより、1組の超音波送受信装置で破断監視できるレール長が長くなり、同じ長さのレールの破断監視を行う場合、従来装置に比べて必要な超音波送受信装置の数を少なくできる。

【0025】また、本実施形態では、レール11に放射する超音波の放射方向をレール11に対して斜め方向とし、レール11を伝搬する超音波の波動を横波成分と縦波成分を有するラム波としている。超音波探傷等ではラム波発生以外の目的でも斜め方向に放射することがあるが、本実施形態ではラム波を発生させて伝搬させることにより、減衰を少なくして超音波を伝搬できる。

【0026】本実施形態では、レールの共振周波数として30kHzを用いたが、レールの共振周波数は、レールの形状(板厚等)や材質等により異なる。また、レールを枕木に固定しない場合の超音波の伝送距離と周波数の関係は、図6に示すように低周波の方が伝送距離が長く(減衰が小さく)、レールが枕木に固定されている場合と異なる。このことから、レールの共振周波数は、枕木の存在にも影響されることが考えられる。従って、レールの共振周波数、必ずしも30kHzに限らず、超音波の伝送媒体として使用するレールの形状、材質、枕木

の配置等に応じて異なるので、レールに放射する超音波の周波数は、伝送媒体として使用するレール状態に応じた共振周波数に設定するようにすればよい。

【0027】尚、上述した本実施形態の走行路破断検出の構成は一例であり、前述した国際公開WO98/7610号に示されている他の破断検出構成でもよい。また、本実施形態では、本発明の弾性波伝送装置の適用例として破断検出の例を示したが、これに限るものではない。例えば、国際公開WO98/7610号に示されている路切制御装置や移動体検出装置にも適用できることは言うまでもない。

【0028】

【発明の効果】以上の説明したように本発明によれば、走行路に放射する弾性波の周波数に走行路の共振周波数を用いたので、1組の弾性波送受信手段による伝送媒体中の弾性波伝送距離が長くできる。従って、走行路の破断検出等に適用した場合、1組の弾性波送受信手段当たりの破断検査区間を長くできるので、破断検査に必要な弾性波送受信手段の数を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の概略構成図

【図2】図1の超音波送信装置と超音波受信装置の構成図

【図3】第1実施形態の送波器の取付け状態を示す図

【図4】同一伝搬距離における超音波周波数と受信量との関係を示す図

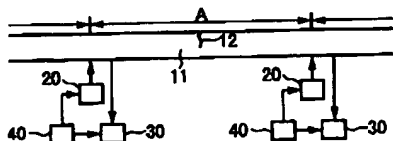
【図5】各超音波周波数における伝送距離と受信量との関係を示す図

【図6】レールを枕木に固定しない状態での超音波周波数と伝送距離の関係を示す図

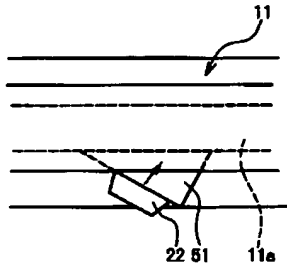
【符号の説明】

- 11 レール
- 12 破断
- 20 超音波送信装置
- 30 超音波受信装置
- 40 タイミング信号発生回路

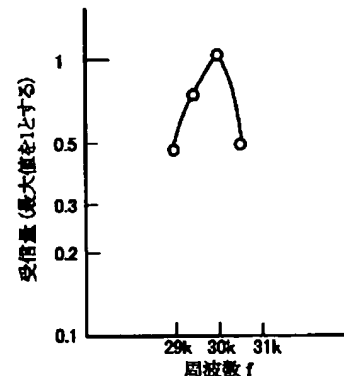
【図1】



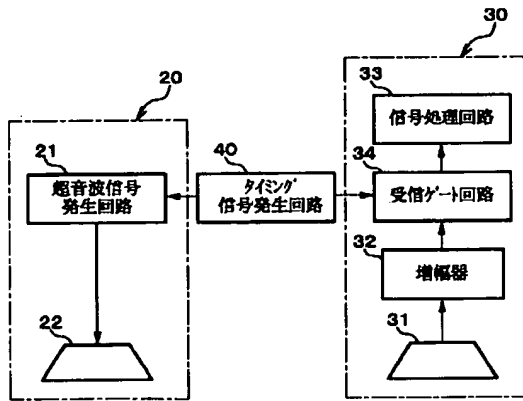
【図3】



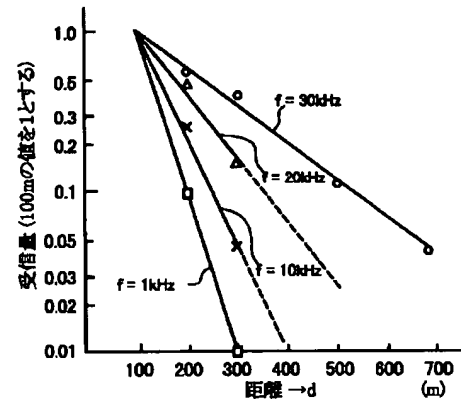
【図4】



【図2】



【図5】



【図6】

